

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-140601
 (43)Date of publication of application : 14.05.1992

(51)Int.CI. G01B 7/00

(21)Application number : 02-262432 (71)Applicant : NIKON CORP

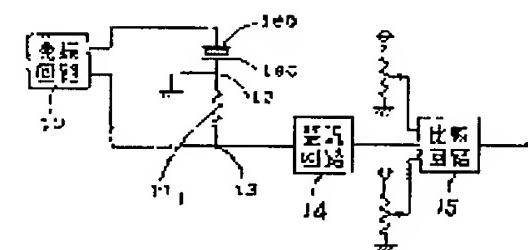
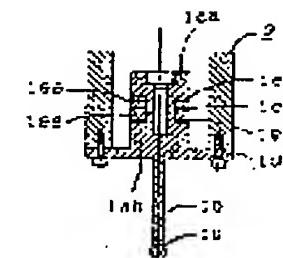
(22)Date of filing : 29.09.1990 (72)Inventor : OYA KIYOSHI
 HACHISUGA MASARU

(54) TOUCH PROBE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a touch probe which has small measuring force and no directionality of the measuring force by detecting that a feeler comes in touch with an object to be measured when the change of the impedance of a piezoelectric element or various phenomena resulting from the change are detected.

CONSTITUTION: An ultrasonic oscillation horn has piezoelectric elements /ea-/ec for converting high frequency electric signals to ultrasonic oscillations mounted at one end or inside thereof, with a feeler /c to be in touch with an object to be measured at the other end thereof. An oscillating means (oscillating circuit) 10 inputs high frequency electric signals to the elements /ea-/ec in a way to be approximately coincident with the mechanical frequency proper to the ultrasonic oscillation horn. The contact/separation of the object to the feeler /c is detected from the change of a current between the electrodes /eb and /ec of the elements /ea-/ec generated immediately when the feeler /c comes in touch with the object as the current is monitored by touch detecting means (rectifier circuit, comparison circuit) 14, 15.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 平4-140601

⑬ Int. Cl. 5

G 01 B 7/00

識別記号

府内整理番号

S 7355-2F

⑭ 公開 平成4年(1992)5月14日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全6頁)

⑮ 発明の名称 タッチプローブ

⑯ 特 願 平2-262432

⑰ 出 願 平2(1990)9月29日

⑱ 発明者 大家 清 神奈川県横浜市栄区長尾台町471番地 株式会社ニコン横浜製作所内

⑲ 発明者 蜂須賀 勝 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑳ 出願人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

㉑ 代理人 弁理士 渡辺 隆男

明細書

1. 発明の名称

タッチプローブ

2. 特許請求の範囲

1. 高周波電気信号を超音波振動に変換する圧電素子を一端または内部に装着すると共に他端に被測定物に接触するフィーラーを有する超音波振動ホーンと、

該超音波振動ホーンの機械的固有振動数にはば一致する如く、前記圧電素子に高周波電気信号を入力する振動手段と、

前記圧電素子の電極間の電流を監視し、前記フィーラーが被測定物に接触した瞬間に生じる電流値の変化によって、被測定物とフィーラーとの距離を検出するタッチ検出手段と、

を有することを特徴とするタッチプローブ。

2. 高周波電気信号を超音波振動に変換する圧電素子を一端、または内部に装着すると共に他端に被測定物に接触するフィーラーを有する超音波振動ホーンと、

該超音波振動ホーンの機械的固有振動数にはば一致する如く、前記圧電素子に高周波電気信号を入力する振動手段と、

前記圧電素子の電極間の電流を監視し、前記フィーラーが被測定物に接触した瞬間に生じる電流値の変化によって、被測定物とフィーラーとの距離を検出するタッチ検出手段と、

3. 前記超音波振動ホーンの形状は段付棒状であり、その段差の部分に、前記超音波振動ホーンを保持する保持手段を有し、

超音波振動ホーンを構成する物質中の絶縁の音速をC、

超音波振動ホーンの機械的固有振動数を ω 、

$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

前記段差によって分離される前記超音波振動ホーンの太い部分の長さ L_1 と、細い部分の長さ L_2 は

$$L_1 = \frac{C}{4f} (1 + 2n)$$

$$l = \frac{c}{4f} (1 + 2m)$$

で決定されることを特徴とする特許請求の範囲第

1項、第2項記載のタッチプローブ。

4. 前記超音波振動ホーンの持つ機械的固有振動モードの節の位置に、前記超音波振動ホーンを保持する保持手段を有し、

超音波振動ホーンを構成する物質中の音速をC、

超音波振動ホーンの機械的固有振動数をf、

n = 0, 1, 2, 3, ……、

m = 0, 1, 2, 3, ……、とすると、

前記機械的固有振動モードの節で分岐される前記超音波振動ホーンの圧電素子側の長さlとフィーラー側の長さLは

$$L = \frac{c}{4f} (1 + 2n)$$

$$l = \frac{c}{4f} (1 + 2m)$$

で決定されることを特徴とする特許請求の範囲第

1項、第2項記載のタッチプローブ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は接触探知用のプローブ、特に三次元座標測定機に用いられるタッチプローブに関するものである。

(従来の技術)

三次元測定機等においては基台上におかれた被測定物にプローブを接触させ、接触点を三次元的に探知することによって複雑な形状の被測定物の立体測定を行っている。このとき接触点の探知に誤差があると測定形状の誤差となる。

従来この種の測定機で使われるタッチプローブではフィーラーを保持する基台に設けられた3本のピンを、3組のV字型支承部で受けており、さらにこれらのピンと支承部は電気接点となっていて閉回路を構成しており、フィーラーが被測定物に接触して押されるとこの接点が開き、タッチ信号を得るという機構のものが一般的に使用されてきた。

(発明が解決しようとする課題)

上記の如き従来の技術においては、フィーラーの3本のピンはばねによって接点に押しつけられているために、その接点を開く時にはばねに抗してピンを持ち上げなければならず測定力を小さくすることが難しいという問題点があった。

また、接点が3箇所であるため測定力に方向性があり、測定結果に補正不能な誤差を生じさせる問題点もあった。

本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、測定力が小さく、なおかつ測定力に方向性のないタッチプローブを提供することにある。

(課題を解決する為の手段)

上記目的のために本発明では三次元座標測定機に用いられるタッチプローブにおいて高周波電気信号を超音波振動に変換する圧電素子1ea、1eb、1ec、を一端または内部に装着すると共に他端に被測定物に接触するフィーラー1cを有する超音波振動ホーン1と、該超音波振動ホーン

1の機械的固有振動数にはほぼ一致する如く、前記圧電素子1ea、1eb、1ec、に高周波電気信号を入力する振動手段10と、前記圧電素子1ea、1eb、1ec、の電極1eb、1ec間の電流を監視し、前記フィーラー1cが被測定物に接触した瞬間に生じる電流値の変化によって、被測定物とフィーラー1cとの距離を検出するタッチ検出手段14、15と、を有することを第1の課題解決手段とし、

高周波電気信号を超音波振動に変換する圧電素子1ea、1eb、1ecを一端または内部に装着すると共に他端に被測定物に接触するフィーラー1cを有する超音波振動ホーン1と、該超音波振動ホーン1の機械的固有振動数にはほぼ一致する如く、前記圧電素子1ea、1eb、1ec、に高周波電気信号を入力する振動手段10と、前記圧電素子1ea、1eb、1ec、の電極1eb、1ec間の電流と電圧の位相差を監視し、前記フィーラーが被測定物に接触した瞬間に生じる位相差の変化によって、被測定物とフィーラーの距離

を検出するタッチ検出手段22、23、24と有することを第2の課題解決手段とするものである。

(作用)

上記の如く構成された本発明のタッチプローブの作用を、縦振動を利用した場合を例に説明する。まず、軸方向に分極した圧電素子を用いてフィーラーを機械的共振周波数で超音波振動させる。このとき、振動のモードはフィーラーの支持部であるフランジが節となり、両端が腹となる。つまり、フィーラーの先端部での振幅が最大となる。この部分が被測定物に接触すると、フィーラーの振動は、著しく妨げられて、圧電素子のインピーダンスが変化する。この様子を電気回路で表すと次のようになる。圧電素子を用いた振動系の等価回路は第2図のように、コイルL₁、コンデンサC₁、抵抗R₁が直列につながったものにコンデンサC₂が並列につながった形で表すことができる。共振点ではL₁とC₁は直列共振しキャニセルされて第3図のような回路になり、振動素

子のインピーダンスZは、 $\frac{1}{Z} = j\omega C_2 + \frac{1}{R_1}$

$\frac{1}{R_1}$ と表わせる。ここに ω は、振動の角速度である。

R₁は振動の妨げ等の機械的な負荷が増大すると大きくなるという性質を持つため、振動ホーンの先端球が被測定物に触れるとインピーダンスZが増大する。したがって先端球が被測定物に触れると圧電素子を流れる電流は減少する。

また、印加する電圧をE₁とすると圧電素子に流れる電流は、

$$i = E_1 \left(j\omega C_2 + \frac{1}{R_1} \right) \text{となる。}$$

これは、電流iと電圧E₁の間に $\theta = \tan^{-1}(\omega C_2 R_1)$ の位相差があることを表している。ここで抵抗R₁が増大すると、位相角θは増大する。

つまり、フィーラーが被測定物に接触すると、圧電素子に流れる電流値が変化する。あるいは、電流と電圧の位相差に変化が生じる。これらの変

化は、接離の有無に対して非常に敏感であるため、きわめて高感度にタッチ信号を得ることができる。また、フィーラー先端のどの方向より接触しても、振動の妨げは等しく起こるので、測定力に方向性が生じない。

(実施例)

以下図面に基づいて、本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は本発明における一実施例を示す斜視図で、第4図は第1図の縦断面図である。振動ホーン1は、段付き軸の形状で太い部分1aと細い部分1bと先端球1cとフランジ1dとからなる。フランジ1dは支持部材2に固定され支持部材2は図示されないプローブ本体またはプローブヘッドに保持されている。振動ホーンの太い部分1aは、さらに1aaと1abに分けられ圧電素子1eを挟み込んだ状態で固定されている。圧電素子1eは積層型のもので、第5図に示すように振動ホーン1の軸方向に分極されており、3枚の電極板1ebおよび1ecで素子1eaを挟み込んだ形

で、両端の2枚の電極板が短絡されている。図示されていない電源装置で電極板1eb-1ec間に高周波電圧を印加すると、振動ホーン1は軸方向に超音波振動する。このとき、印加する周波数は振動ホーン1の機械的共振振動数にほぼ等しい周波数である。また、振動ホーン1の形状は、Cを振動ホーンを構成している物質中の継波の音速、lを振動ホーンの機械的固有振動数、n=0、1、2、3……、m=0、1、2、3……とすると、

軸の太い部分の長さlと、細い部分の長さmは

$$l = \frac{C}{4f} (1 + 2n), \quad m = \frac{C}{4f} (1 + 2m)$$

で決定される。

例えば振動ホーンの材質を鉄鋼材とすると、鉄鋼材を伝わる継波の音速C=5200m/sまた、n=0、m=1、f=100kHzとすると、l=13mm、m=39mmとなる。

第6図はこのときの振動ホーンの振動モードの状態を表したもので、振動振幅がほぼ0である部分にフランジを設け、このフランジで振動ホーン

をプローブ本体に固定する。こうして振動ホーンの固定方法が振動に与える影響を極力少なくする。振動状態では、振動ホーンの先端球1cでの振幅が最大であるため、この部分が拘束を受けると振動は著しく妨げられる。振動が妨げられると圧電素子の電気的なインピーダンスが変化し、その結果、圧電素子を流れる電流値が変化する。あるいは、振動ホーン全体の共振周波数の微少な変化の結果、電流と電圧の位相差に変化が生じる。

第7図は、第1図の振動素子に接続される高周波発振回路及び検出回路の一例のブロック図である。発振回路10の出力は電流値測定用の抵抗11を介して圧電素子の電極1e cにつながり電極1e bより戻ってくる。圧電素子と抵抗11の間の点12は接地されている。したがって抵抗11の非接地側の点13に現れる電圧は回路を流れる電流に比例する。抵抗の電圧は整流回路14で直流に変換されたあとウインドコンバーラー等の比較回路15にはいる。共振状態でしきい値を設定しておくと、振動ホーンの先端球が被測定物に触

れると電圧値がしきい値からはずれる。このとき、タッチ信号を出力する。

第8図は、検出回路の別の例のブロック図である。但し第7図と同一の物は同一符号を付して説明を省略する。ここでは、圧電素子の非接地側の点21の電圧と抵抗の電圧との位相差を監視する。機械的共振周波数で振動ホーンを超音波振動させているとき、振動を妨げる力が働くと、電圧と電流の位相差が変化する。この変化は非常に敏感で、わずかの外力にも反応する。さて、点21および点13の出力は正弦波形であるので波形整形回路22および23で方形波に変換し、AND回路によってふたつの波形のANDをとる。第9図は、各点の波形で、100は、第8図の点22bにおけるもの、101は、第8図の点23bにおけるもので、102はそれぞれのANDをとったものである。波形100と101の位相差が変化すると102のパルス幅が変化する。振動ホーンの先端球が被測定物に触れると電流と電圧の位相差が変化し、102のパルス幅が変化する。この変化

を検出しタッチ信号を出力する。

第10図はねじり振動用の振動ホーンの一例である。また、第11図は第10図底面図でありねじり方向を説明する図である。ホーンの材質を鉄鋼材とすると、鉄鋼材を伝わるねじり振動の音速 $C = 3200 \text{ m/s}$

また、 $n = 0$ 、 $m = 1$ 、 $f = 100 \text{ kHz}$ とすると、 $L = 8 \text{ mm}$ 、 $\ell = 24 \text{ mm}$ となる。

第12図はたわみ振動用の振動ホーンの一例である。たわみ振動の場合、ホーンの形状を一様太さの棒とする。たわみ振動の音速を C_b 、棒の直径を d 、振動の周波数を f とすると、棒の長さ L は、1次のモードでは

$$L = 4.73 \sqrt{\frac{d \cdot C_b}{32\pi f}} \text{ となる。}$$

ホーンの材質を鉄鋼材とすると、 $C_b = 4200 \text{ m/s}$ 。

また、 $f = 100 \text{ kHz}$ 、 $d = 5 \text{ mm}$ とすると、 $L = 13.7 \text{ mm}$ となる。

2次のモードでは

$$L = 7.85 \sqrt{\frac{d \cdot C_b}{32\pi f}} \text{ となり、 } L = 22.7 \text{ mm} \text{ となる。}$$

(発明の効果)

以上のように本発明によれば、圧電素子を用いてフィーラーを機械的共振周波数で縦振動、ねじり振動、及びたわみ振動等の超音波振動をさせながら被測定物に接触させ、圧電素子のインピーダンスの変化、またはその結果生じる諸現象を検出してフィーラーが被測定物に接触したことを検知するようにしたので、単純な形状の機械部品と簡単な電気回路を用いるだけで、非常に高感度でおかつ測定力に方向性がない、タッチプローブが得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

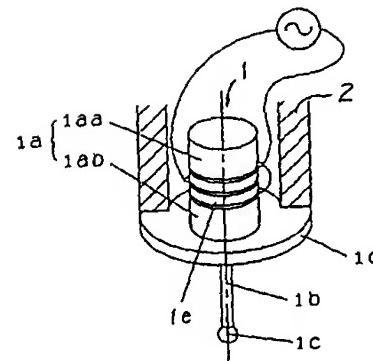
第1図は、本発明による実施例の斜視図、第2図は、圧電素子の等価回路、第3図は、共振時の等価回路、第4図は第1図の縦断面図、第5図は圧電素子を説明する図、第6図は振動ホーンの振幅モードを表した図、第7図は第1図の圧電素子

に接続される発振回路および検出回路を示すブロック図、第8図は同じく第1図の圧電素子に接続される検出回路の他の実施例を示すブロック図、第9図は第8図の各点における信号の波形を説明する図、第10図はねじり振動子の図、第11図は第10図の底面図、第12図はたわみ振動子を説明する図である。

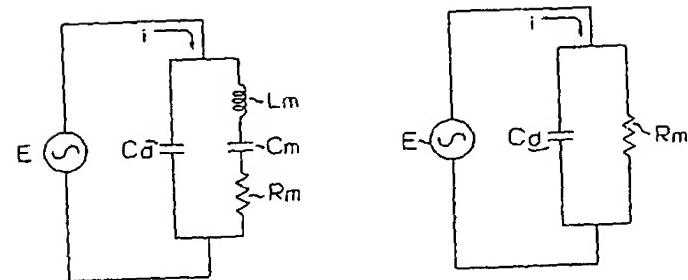
(主要部分の符号の説明)

1 … 振動ホーン、1a … 振動ホーンの太い部分、
1b … 振動ホーンの細い部分、1c … 先端球、
1d … フランジ、1ea … 圧電素子、
1eb、1ec … 電極、1f … 発振回路、
11 … 抵抗、14 … 整流回路、15 … 比較回路、
22、23 … 波形整形回路、24 … AND回路

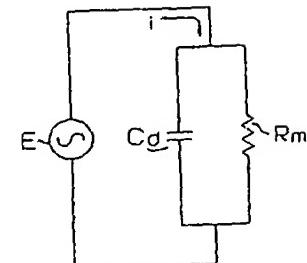
出願人 株式会社ニコン
代理人 渡辺 隆男



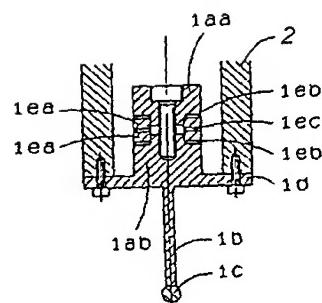
第1図



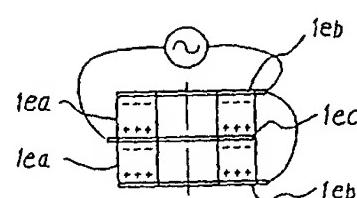
第2図



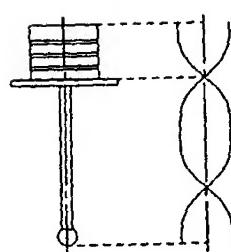
第3図



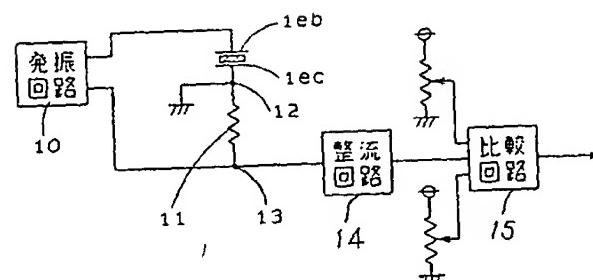
第4図



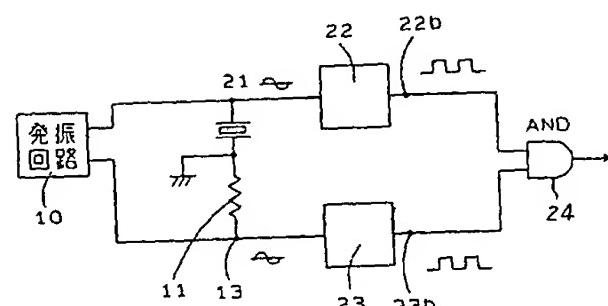
第5図



第6図



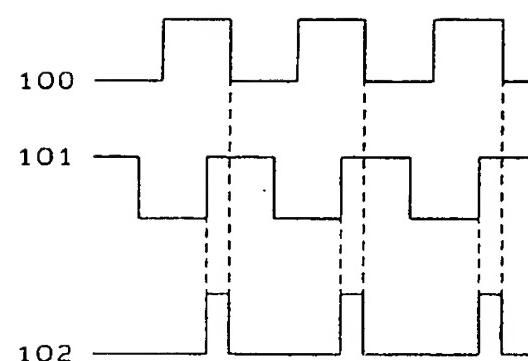
第7図



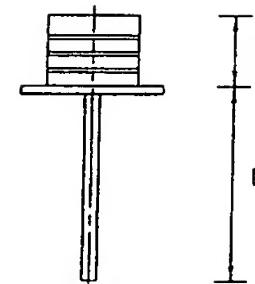
第8図

(6)

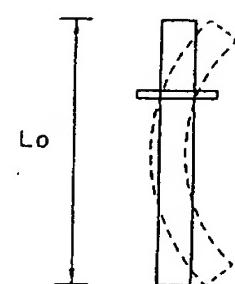
特開平4-140601(6)



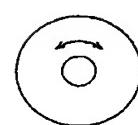
第9図



第10図



第12図



第11図

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成8年(1996)12月13日

【公開番号】特開平4—140601

【公開日】平成4年(1992)5月14日

【年通号数】公開特許公報4—1407

【出願番号】特願平2—262432

【国際特許分類第6版】

G01B 7/00

【F1】

G01B 7/00 S 9106-2F

手 続 補 正 告 (自 発)

平成7年11月13日

特 許 庁 長 宮 殿

1. 事件の表示

平成02年 特許願 第262432号

2. 発明の名称

タッチプローブ

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

名称 (411) 株式会社ニコン

代表者 取締役社長 小野 茂夫

4. 代理人

住所 〒140 東京都品川区西大井1丁目6番3号

株式会社ニコン 大井制作所内

氏名 (7818) 弁理士 渡辺 隆男

電話 (3773) 1111 (代表)

5. 補正の対象

明細書、及び図面の第5図

6. 補正により増加する発明の数

0

(1) 「発明の名称」の欄に「タッチプローブ」とあるのを「タッチプロープ」に訂正する。

(2) 「発明の詳細な説明」の欄の下記箇所に「タッチプローブ」若しくは「プローブ」とあるのを、それぞれ「タッチプロープ」若しくは「プロープ」に訂正する。

第4頁の第4行、第5行、第9行、第13行(計4カ所)。

第5頁の第12行～13行、第16行(計2カ所)。

第7頁の第4行(1カ所)。

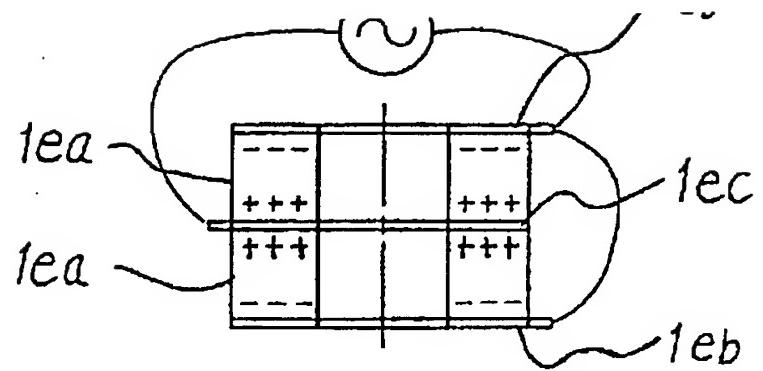
第9頁の第14行(計2カ所)。

第11頁の第1行(1カ所)。

第14頁の第12行(1カ所)。

(3) 図面を別紙の通り訂正する。

以上



第5図